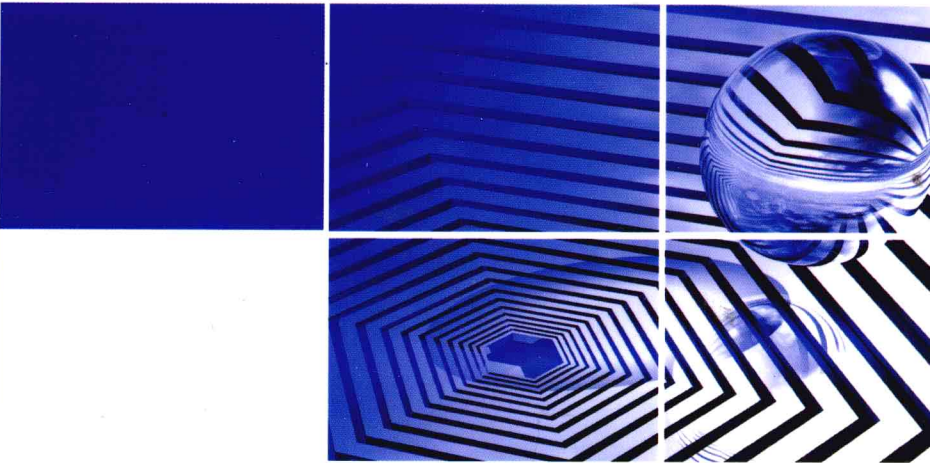


普通高等教育“十二五”规划教材



机械三维建模教程

——SolidWorks与Solid Edge应用

李震 杨建鸣 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

机械三维建模教程 ——SolidWorks 与 Solid Edge 应用

主 编 李 震 杨建鸣
副主编 赵永旺
参 编 王洪波 闫文刚 韩靖芳
主 审 张志毅



机械工业出版社

本书介绍了三维机械设计软件——SolidWorks 与 Solid Edge 的使用方法,并通过范例展示了各种命令的用法、注意事项等,每个软件包括草图建立、特征建模、装配体设计和工程图等内容,同时配有习题,以便于读者高效地掌握软件的知识。

本书可作为高等院校机械相关专业的教材,也可作为社会相关专业培训班的教学用书,还可作为广大工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械三维建模教程: SolidWorks 与 Solid Edge 应用/李震,
杨建鸣主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 3
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-33570-2

I. ①机… II. ①李…②杨… III. ①机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, SolidWorks-高等学校-教材
②机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Solid Edge-高等学校-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 031809 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 蔡开颖 责任编辑: 蔡开颖 张丹丹 邓海平
版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧
封面设计: 张 静 责任印制: 杨 曦
北京京丰印刷厂印刷
2011 年 5 月第 1 版 · 第 1 次印刷
184mm × 260mm · 17.75 印张 · 437 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-33570-2
定价: 35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社 服 务 中 心: (010) 88361066

销 售 一 部: (010) 68326294

销 售 二 部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 开发的三维 CAD 系统。由于使用了 Windows OLE 技术、直观式设计技术、先进的 Parasolid 内核以及良好的与第三方软件的集成技术, SolidWorks 成为全球装机量最大、最好用的软件之一。就像美国著名咨询公司 Daratech 所评论的那样:“在基于 Windows 平台的三维 CAD 软件中, SolidWorks 是最著名的品牌, 是市场快速增长的领导者。”

Solid Edge 是一个功能强大的三维计算机辅助设计 (CAD) 软件。通过工程管理功能, 它能使机械产品、加工产品、机电产品和其他产品的设计者方便快捷地创建、记录和共享产品知识。Solid Edge 将 Insight 知识共享技术直接嵌入到设计管理模块, 使它能提供高品质、低成本和较短的交付周期的产品。Solid Edge 以其创新能力和使用的方便性, 获得了世界范围内成千上万家公司的赞誉。

三维 CAD 是近年来各高等学校机械制造及其自动化专业为适应制造业信息化开设的新型课程, 该课程能直接体现集计算机图形学、数据库、网络通信等计算机及其他领域知识于一体的高新技术, 所涉及的技术也是提高设计水平、缩短产品开发周期、增强行业竞争能力的一项关键技术, 故一些非机械专业的技术人员和学生根据各自的专业特点也大量地使用。对于中小型企业, 选择 SolidWorks 和 Solid Edge 两款中档的三维软件, 从性价比讲是最好的。本书在 SolidWorks 部分中的典型零件建模注重一题多解, 同时全书采用通俗易懂的语言和示例图, 阐明特征技术、设计方法、工程图等工程概念。为了更好地提高教学效果, 同时也为使用三维软件的读者提高建模能力与技巧, 我们编写了本书。本书涵盖两个三维软件的内容, 章节结构相似, 采用同样结构形式的习题, 读者在上机练习时, 可以相互穿插应用对应章节习题。本书对两种软件的建模功能作了详尽的对比。虽然软件都有自己的优点和不足, 但是作为为设计服务的工具这一点是相同的。

本书第 1 篇主要由李震老师编写, 第 2 篇主要由杨建鸣老师编写。参加本书编写的人员还有赵永旺、王洪波、闫文刚、韩靖芳。

由于写作的时间过于仓促, 难免有疏漏之处, 恳请广大读者与同行批评指正。

编 者

目 录

前言	
第1篇 SolidWorks 篇	1
第1章 初识 SolidWorks	1
1.1 SolidWorks 操作界面	1
1.2 操作环境设置	10
习题	14
第2章 草图	15
2.1 绘制草图的基本知识	15
2.2 绘制草图	19
习题	36
第3章 特征及参考几何体	38
3.1 拉伸/切除拉伸特征	38
3.2 旋转	40
3.3 扫描	43
3.4 放样	46
3.5 倒角	51
3.6 圆角	52
3.7 筋特征	54
3.8 参考几何体	56
3.9 特征阵列	59
习题	65
第4章 机械零件建模	67
4.1 简单几何体建模	67
4.2 复杂零件建模	74
习题	100
第5章 曲线和曲面	103
5.1 曲线	103
5.2 曲面	111
习题	123
第6章 装配图	124
6.1 装配体文件的建立	124
6.2 装配体的配合	127
6.3 装配体的干涉检查	131
6.4 装配体的爆炸视图	135
6.5 装配体轴测剖视图	139
习题	140
第7章 工程图	141
7.1 图纸格式	141
7.2 建立标准工程视图	145
7.3 派生工程视图	147
习题	158
第2篇 Solid Edge 软件	160
第8章 Solid Edge 概述	160
8.1 “零件”环境	161
8.2 “钣金”环境	161
8.3 “装配”环境	162
8.4 “工程图”环境	162
8.5 创建和保存新的文档	162
8.6 Solid Edge 的用户界面	163
8.7 用户界面控制	166
习题	169
第9章 草图	170
9.1 草图命令	170
9.2 尺寸标注	182
9.3 草图的尺寸驱动	185
9.4 关系助手	185
9.5 关系图柄	186
9.6 草图的编辑和修改	189
9.7 草图的绘制实例	191
习题	192

第 10 章 Solid Edge 的特征建模	193	12.4 在装配件内构造新零件	229
10.1 特征的概念	193	12.5 “装配”环境中的参考面	230
10.2 基本参考面	193	12.6 在装配件中除料	232
10.3 薄壁、厚化、螺纹特征	194	12.7 创建装配剖视图	233
10.4 剪切、复制、粘贴特征	195	12.8 使用装配路径查找器	234
10.5 镜像、阵列特征	196	12.9 零件干涉检查	237
10.6 特征路径查找器	198	12.10 爆炸装配件	238
10.7 特征回放	200	12.11 动画功能	240
10.8 特征构造	201	12.12 装配件设计实例	241
习题	203	习题	252
第 11 章 建立零件模型	205	第 13 章 建立工程图	253
11.1 基本特征构造	205	13.1 工程图纸的建立过程	253
11.2 拉伸体	206	13.2 创建图纸视图	253
11.3 旋转拉伸体	207	13.3 视图操作	255
11.4 扫掠拉伸体	209	13.4 视图编辑	265
11.5 放样拉伸体	211	13.5 文本标注	265
11.6 除料	213	13.6 工程图绘制实例	265
11.7 构造孔	214	习题	270
11.8 构造筋板	215	第 14 章 Solid Edge 的其他功能	
11.9 构造圆角及倒角	216	简介	271
11.10 辅助参考平面的选择	219	14.1 零件的物理属性	271
11.11 零件设计实例	221	14.2 渲染	273
习题	222	14.3 管道与线缆设计	273
第 12 章 建立装配件	224	习题	276
12.1 装配关系	224	参考文献	277
12.2 装配件的布置	227		
12.3 装配件中零件的提取	227		

第 1 篇 SolidWorks 篇

第 1 章 初识 SolidWorks

1.1 SolidWorks 操作界面

SolidWorks 软件是完全基于 Windows 环境下开发的,因此它可以为设计者提供简便和熟悉的工作界面。本节将着重介绍 SolidWorks 的操作界面和基本工具栏。首先来熟悉如何启动 SolidWorks。

1.1.1 启动 SolidWorks

安装了 SolidWorks 2010 以后,会在桌面上生成快捷方式,通过双击即可启动 SolidWorks,也可以在“开始”菜单执行“所有程序”→“SolidWorks 2010”命令单击图标按钮  SolidWorks 2010 来启动 SolidWorks,进入 SolidWorks2010 的启动界面,如图 1-1 所示。

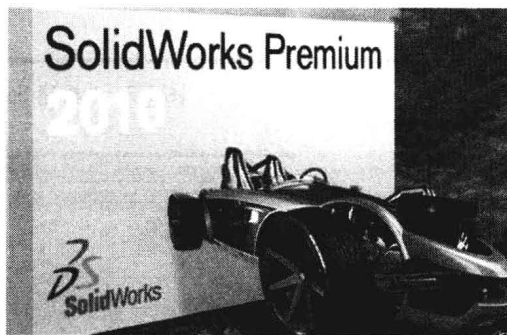


图 1-1 启动界面

单击 SolidWorks 界面左上角的图标按钮 , 或者选择菜单中的“文件”→“新建”命令,即可弹出如图 1-2 所示的“新建 SolidWorks 文件”对话框。其中:

“零件”图标按钮 : 双击该按钮,可以生成单一的三维零件文件。

“装配体”图标按钮 : 双击该按钮,可以生成零件或其他装配体的装配文件。

“工程图”图标按钮 : 双击该按钮,可以生成属于零件或装配体的二维工程图文件。

选择“零件”的图标按钮,单击“确定”按钮,即可进入完整的用户界面。

图 1-3 显示了 SolidWorks 界面的主要部分,界面右侧包含了“SolidWorks 资源”弹出面板(图 1-4),在面板上包括:“开始”、“社区”、“在线资源”、“机械设计”、“模具设计”、“消费产品设计”面板以及“日集月累”提示框,可以通过  按钮隐藏或者显示,箭头向右即为隐藏,箭头向左即为展开,如图 1-4 所示为 SolidWorks 资源展开时的界面,单击各个面板右上角三角形图标可以使该面板的菜单打开或者收起,值得注意的是初次使用时“SolidWorks 资源”使用默认状态,此时没有“机械设计”、“模具设计”、“消费产品设计”

这三个面板，可以通过主菜单上的“工具→自定义”，弹出自定义对话框，单击自定义对话框上的“选项”选项卡（图 1-5），在“机械设计”、“模具设计”、“消费产品设计”的复选框内打上对勾，即可使“机械设计”、“模具设计”、“消费产品设计”加入“SolidWorks 资源”。

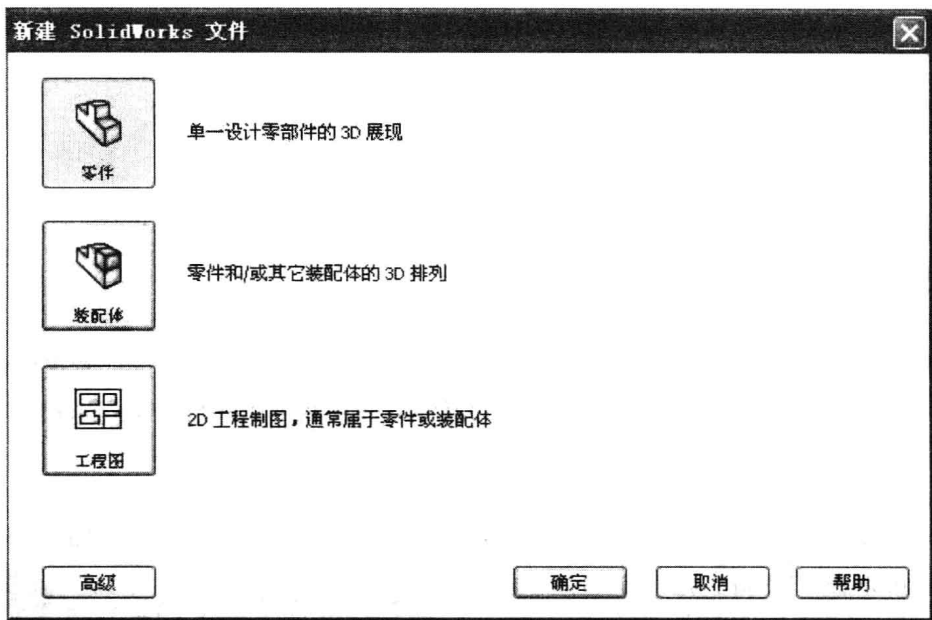


图 1-2 “新建 SolidWorks 文件”对话框

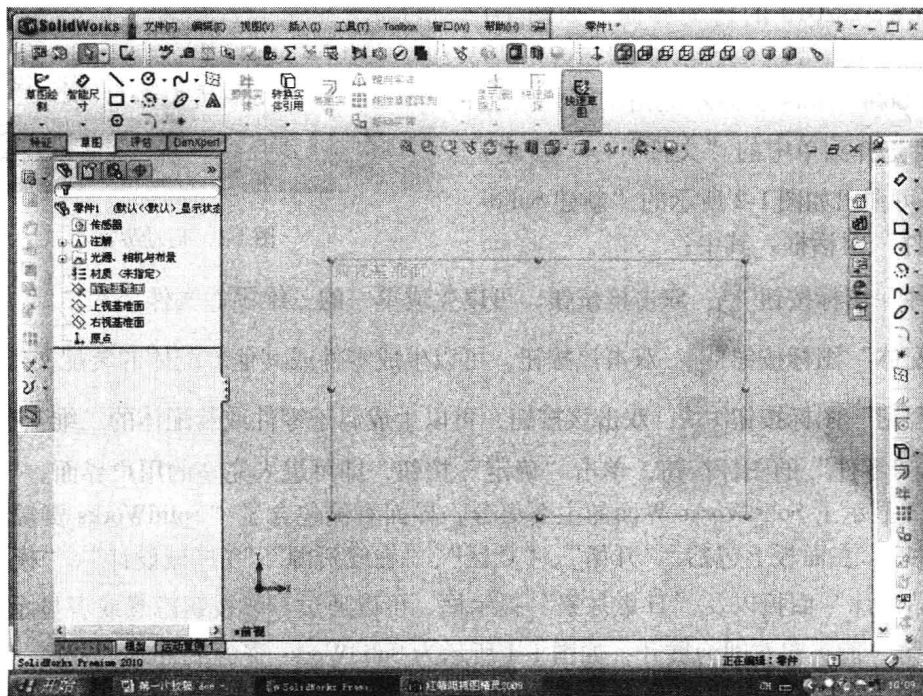


图 1-3 SolidWorks 界面

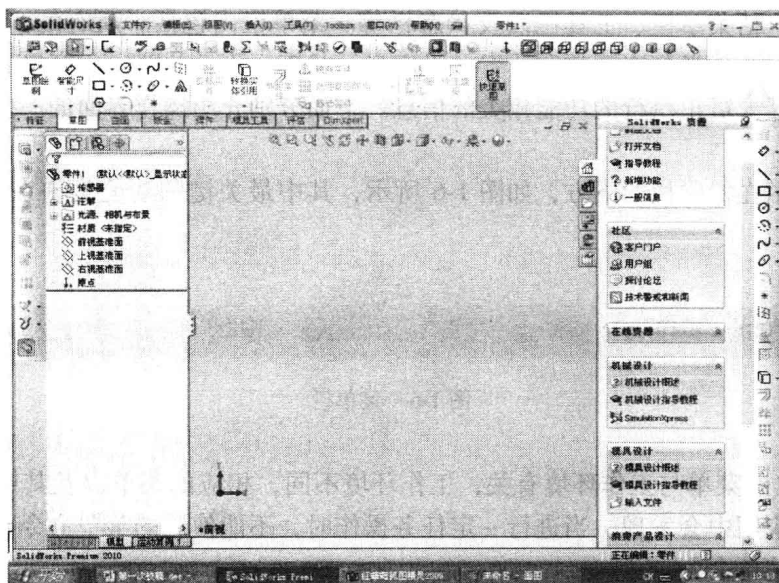


图 1-4 SolidWorks 资源展开时的界面

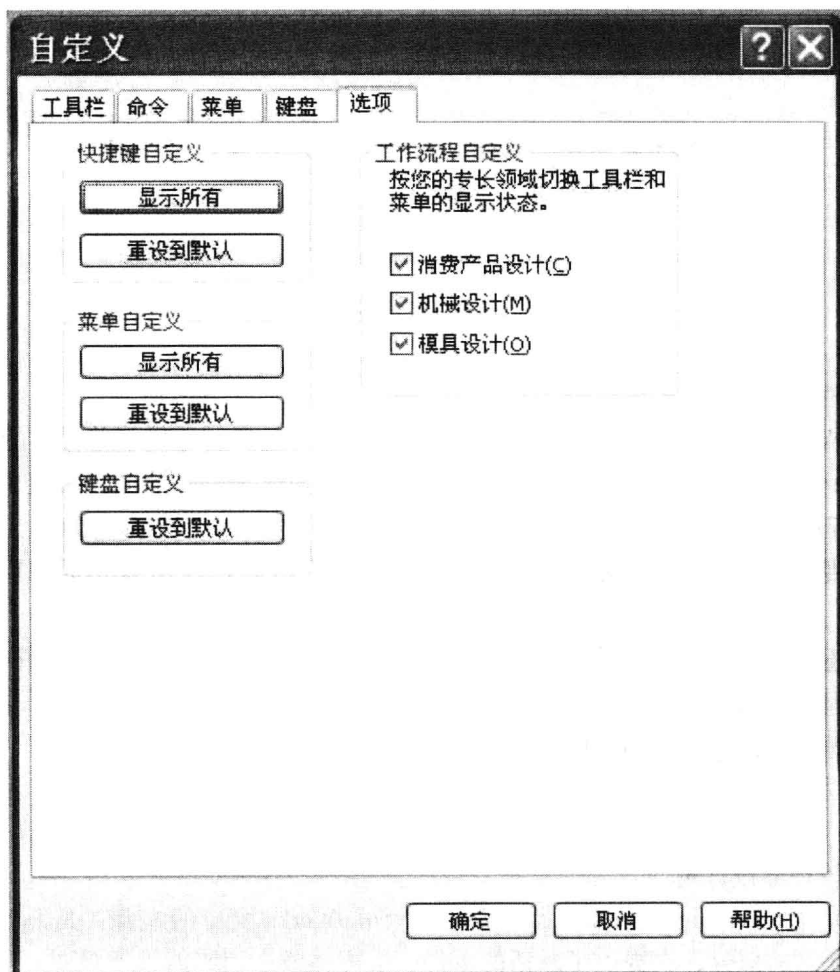


图 1-5 “自定义”对话框

用户界面包括菜单栏、工具栏以及状态栏等。菜单栏内包括了所有的 SolidWorks 命令，工具栏可以根据文件类型来调整和放置并设定显示状态，而 SolidWorks 窗口底部的状态栏则可以提供与设计人员正执行的功能相关的信息。下面分别介绍操作界面的一些基本功能。

1. 菜单栏

菜单栏显示在标题栏的下方，如图 1-6 所示，其中最关键的功能集中在“插入”、“工具”菜单中。

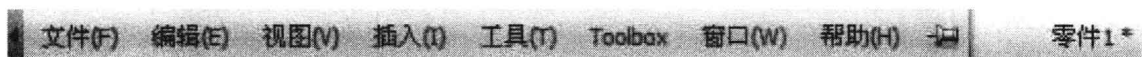


图 1-6 菜单栏

SolidWorks 的菜单与工作环境有关，工作环境不同，相应的菜单以及其中的选项会有所不同。在以后应用中会发现，当进行一定任务操作时，不能使用的菜单命令会临时变灰，此时无法应用该菜单命令。

在“工具”→“选项”→“系统选项”→“备份/恢复”命令中，可以指定：如果选择保存文档提示，则文档在指定间隔（分钟或更改次数）内保存时，将出现一个透明对话框。其中包含“保存文档”或“保存所有文档”的命令，它将在几秒后淡化消失，如图 1-7 所示。

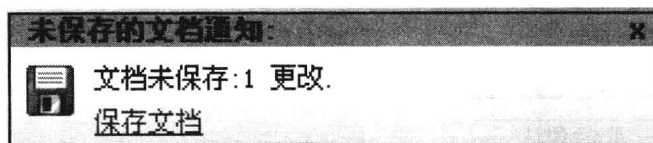


图 1-7 未保存的文档通知

2. 工具栏

SolidWorks 有很多可以按需要显示或者隐藏的内置工具栏。选择菜单栏中的“工具”→“自定义”命令，或者在视图工具栏单击鼠标右键，在弹出菜单中单击“自定义”项，将显示如图 1-8 所示的“自定义”对话框，选择“工具栏”选项卡，在打开的“工具栏”选项卡中选中“视图”，会出现浮动的“视图”工具栏，它可以被自由拖动至需要的位置选项卡。

此外，还可以设定一些工具栏在没有文件打开时显示，或者可以根据文件类型（零件、装配体或工程图）来放置工具栏并设定其显示状态（自定义、显示或隐藏）。在 SolidWorks 窗口中，可对工具按钮实现如下操作：

从工具栏上一个位置拖到另一个位置；从一个工具栏拖到另一个工具栏；从工具栏拖动到图形区域，然后将之移除。

3. 特征管理器设计树

特征管理器（FeatureManager）设计树位于 SolidWorks 窗口的左侧，是 SolidWorks 软件窗口中比较常见的部分，它提供了激活的零件、装配体或工程图的大纲视图，从而可以更方便地查看模型或者装配体的构造情况，或者查看工程图中的不同图样和视图。



图 1-8 “自定义”对话框

特征管理器设计树和图形区域是动态链接的，使用中可以在任何窗口中选择特征、草图、工程图和构造几何线。特征管理器设计树用来组织和记录模型中的各个要素及要素之间的参数信息和相互关系，以及模型、特征和零件之间的约束关系等，几乎包括了所有设计信息，特征管理器设计树的内容如图 1-9 所示。

特征管理器设计树的功能主要有以下几种：

1) 用名称从设计树中来选择模型中的项目，如选择特征切除-拉伸、草图、基准面、基准轴等。在选择的同时按住 < Shift > 键，可以连续选择多个项目，在选择的同时按住 < Ctrl > 键，可以选取多个非连续项目，特征管理器设计树中对项目的操作方法与 Windows 系统对文件操作相类似。

2) 如果更改项目的名称，在名称上缓慢单击两次以选择该名称，然后输入新的名称即可，如图 1-10 所示。

3) 压缩和解除压缩零件特征或装配体零部件在装配零件时很常用，如果选择多个特征，需在选择时按住 < Ctrl > 键。

对特征管理器设计树的操作是熟练应用 SolidWorks 的基础，也是应用 SolidWorks 的重点。特征管理器设计树功能强大，在后续的章节多次用到，不一一列举。只有在学习中熟练应用该功能，才能加快建模的速度和效率并感觉到该软件得心应手。

对特征管理器设计树仅在要求时展开、折叠和滚动。要折叠所用项目，单击鼠标右键并选择折叠项目或按 < Shift + C > 键。图 1-11 所示为展开所用项目。

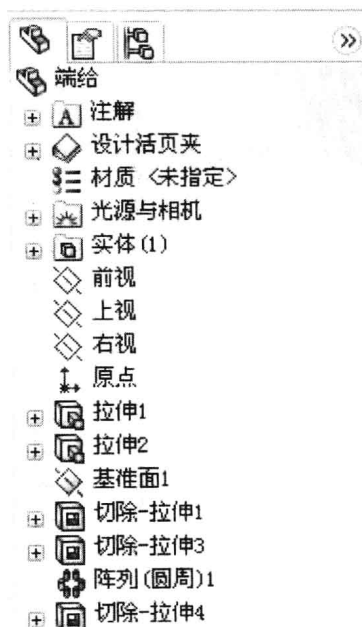


图 1-9 特征管理器设计树

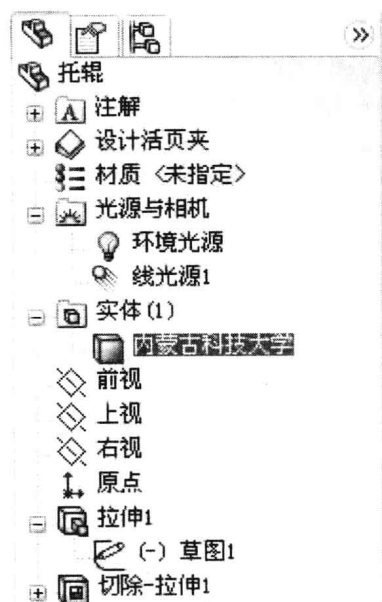


图 1-10 特征管理器设计树更改项目名称

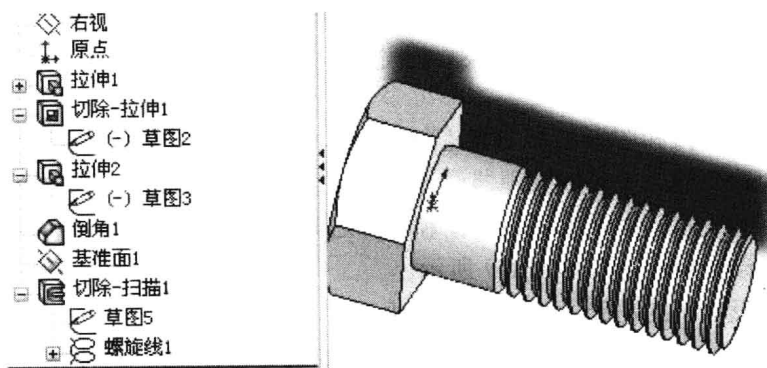


图 1-11 展开所用项目

1.1.2 SolidWorks 的文件操作

1. 打开文件

SolidWorks 软件可分为零件、装配体以及工程图 3 个模块，针对不同的功能模块，其文件类型各不相同。编辑零件文件在存盘时，系统默认的扩展名为 .sldprt。装配体存盘时系统默认的扩展名为 .sldasm。

单击“新建 SolidWorks 文件”对话框中的“零件”图标按钮，可以打开一张空白的零件图文件，或者单击“标准”工具栏中的“打开”图标按钮，打开已经存在的文件并对其进行编辑操作，如图 1-12 所示。

在“打开”对话框里，系统默认前一次读取的文件格式，如果想打开不同格式的文件，需打开“文件类型”下拉列表，然后选取适当的文件类型即可。

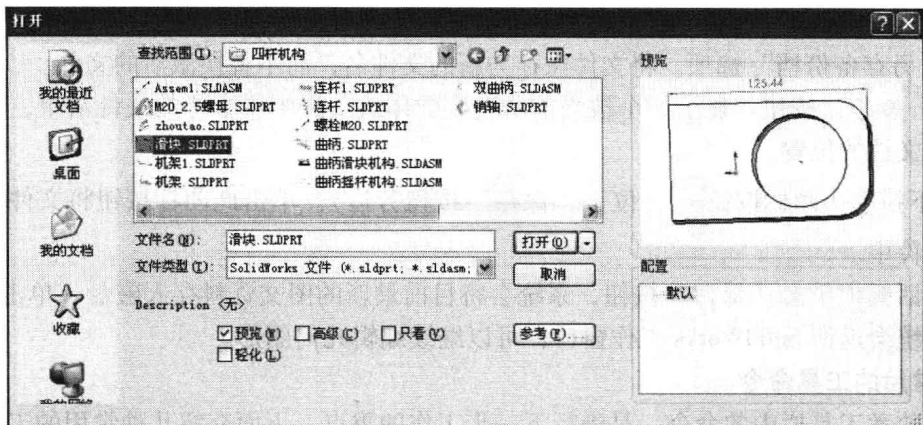


图 1-12 “打开”对话框

SolidWorks 软件可以读取的文件格式以及允许的数据转换方式, 综合归类如下:

- 1) SolidWorks 零件文件, 扩展名为 .prt 或 .sldprt。
- 2) SolidWorks 装配体文件, 扩展名为 .asm 或 .sldasm。
- 3) SolidWorks 工程图文件, 扩展名为 .drw 或 .slddrw。

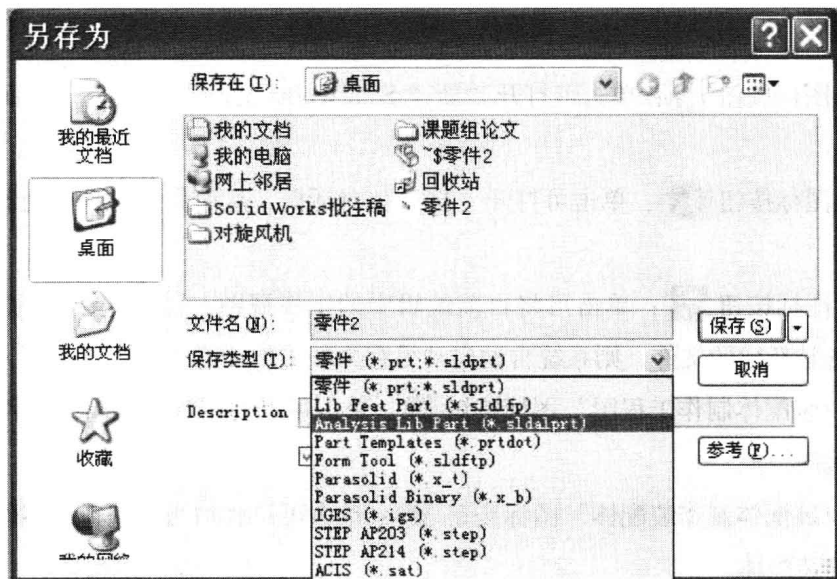


图 1-13 “另存为”对话框

2. 保存文件

单击“标准”工具栏的“保存”图标按钮, 或者选择菜单栏中的“文件”→“保存”命令。在弹出的对话框中输入要保存的文件名, 以及设置文件保存的路径, 便可将当前文件保存。或者也可以选择“另存为”选项, 弹出对话框, 在“保存在”选项中更改将要保存的文件路径后, 单击“保存”按钮即可将创建好的文件保存在指定的文件夹中。

图 1-13 所示的对话框中各个选项的补充说明如下:

- 1) “保存类型”选项。在下拉列表中选择一种文件的保存格式, 包括当前文件格式保存。

- 2) “Description”选项。在选项文本框中可以输入对文件提供模型的说明。
- 3) “另存备份档”选项。将文件保存为新的文件名，而不替换激活的文件。
- 4) “参考”按钮。显示一个被当前所选装配体或工程图所参考的文件清单，用户可以编辑所列文件的位置。

5) 下拉箭头图标按钮（位于“保存”按钮旁边）。单击此图标按钮将文件保存到设置好的文件中。

在对话框中单击“保存”按钮，系统会将目前最新的图文资料存入磁盘，单击“取消”按钮，系统会返回 SolidWorks 工作窗口，可以继续编辑几何图形。

1.1.3 常用的工具命令

尽快熟悉工具栏中的命令，是进行下一步工作的重点。下面介绍几种常用的工具栏中的命令。

1. “标准”工具栏

SolidWorks 软件提供的“标准”工具栏如图 1-14 所示，图中一些工具按钮的含义如下：

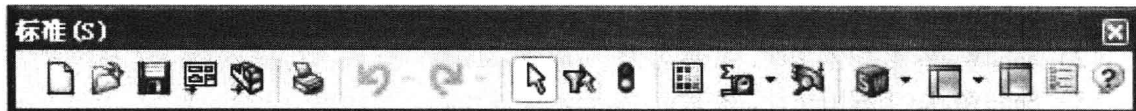


图 1-14 “标准”工具栏

“新建”图标按钮：单击可打开“新建 SolidWorks 文件”对话框，从而建立一个空白图文件。

“打开”图标按钮：单击可打开“打开”对话框，从而打开磁盘驱动器中已有的文件。

“保存”图标按钮：单击可将目前编辑中的工作视图，按原先读取的文件名存盘，如果工作视图是新建的文件，则系统自动启动另存为新文件功能。

“从零件/装配体制作工程图”图标按钮：单击可以利用当前编辑的零件或者装配体制作生成工程图。

“从零件/装配体制作装配体”图标按钮：单击可以利用当前编辑的零件或者装配体制作生成新的装配体。

“打印”图标按钮：单击可将指定范围内的图文资料送往打印机或绘图机，执行打印出图功能或打印到文件功能。

“撤销”图标按钮：单击可以撤销本次或者上次的操作，返回未操作该命令前的状态，可重复返回多次。

“重做”图标按钮：单击可以将上次撤销的操作重做。

“选择”图标按钮：单击可以选取对象的模式。对于 SolidWorks 工程软件来说，“选择”按钮是整个软件中应用最为广泛的，利用该工具可以达到以下目的：

- 1) 选取草图中的实体。
- 2) 拖动草图实体或中断, 以便于改变草图形状。
- 3) 选择模型的边线或者面。
- 4) 拖动选框以选取多个草图实体。
- 5) 选择尺寸并拖动到新位置。

“草图绘制”图标按钮: 单击可使 SolidWorks 软件进入“绘制草图”的模式, 准备在工作图文件里, 加入新的草图图形, 此时系统会打开“草图绘制工具”工具栏。

“重建模型”图标按钮: 依照图文数据库里最新的图文资料, 更新屏幕上显示的模型图形。

“工具”图标按钮: 单击“工具”按钮的下拉箭头图标按钮, 会弹出如图 1-15 所示的工具菜单。可以选择相应的属性来分析、测量和检查零部件。

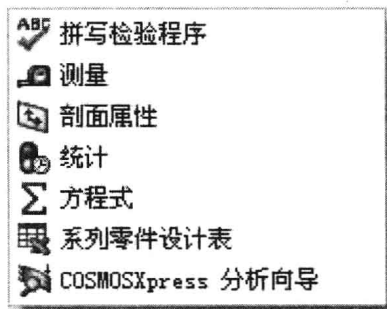


图 1-15 工具菜单

“应力分析工具”图标按钮: 单击启动可以根据指定的材料、约束、载荷, 进行应力分析和查看结果确保工程设计的合理性, 具有高级分析功能。

2. “视图”工具栏

SolidWorks 软件提供的“视图”工具栏如图 1-16 所示, 图中一些工具按钮的含义如下:

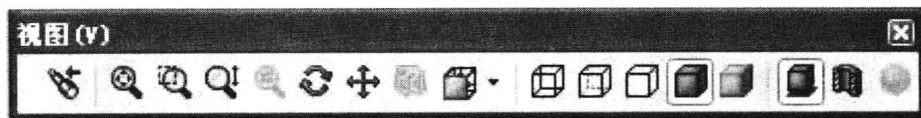


图 1-16 “视图”工具栏

“上一视图”图标按钮: 单击可以显示上一视图。

“整屏显示全图”图标按钮: 单击可将目标工作窗口中的 3D 模型图形及相关的图文资料, 以最大的显示比例, 全部纳入绘图区的图形显示区域内。

“局部放大”图标按钮: 单击该图标按钮后, 按住鼠标左键不放, 可将指定的矩形范围内的图文资料, 放大后显示在整个绘图范围内。

“旋转”图标按钮: 单击后将鼠标指针移到绘图区里的任意位置, 按住鼠标左键不放, 并拖动鼠标指针, 即可转动工作图文件里的 3D 模型图形。

“平移”图标按钮: 单击后将鼠标指针移动到绘图区里的任意位置, 按住鼠标左键不放, 并拖动鼠标指针, 即可移动



图 1-17 下拉列表

工作图文件里的图文资料到想要的位置。

“标准视图”图标按钮 ：该按钮下集合了多种视图的显示方式，单击该图标按钮，会弹出如图 1-17 所示的下拉列表，列表中各工具的含义一目了然，这里不再赘述。

“线框图”图标按钮 ：单击可使 SolidWorks 软件以线架构模式显示工作图文件里的 3D 模型图形。这种模式下，3D 模型图形的可见棱边以及不可见棱边线条，都同样以实线显示。

“隐藏线变暗”图标按钮 ：单击该图标按钮，SolidWorks 软件以不同的颜色，分别显示工作图文件里的 3D 模型的可见棱线以及隐藏线图形。而隐藏线图形，则以灰色线条显示。不特别指定时，SolidWorks 软件默认会使用黑色实线显示 3D 模型的可见棱线。

“消除隐藏线”图标按钮 ：单击该图标按钮，SolidWorks 软件暂时不显示工作图文件里 3D 模型图形的隐藏线。

有关“视图”工具栏各个工具按钮的具体操作，见后面章节中的相关应用说明。

3. “草图”工具栏

SolidWorks 软件提供的“草图”工具栏如图 1-18 所示，图中工具按钮的含义在后面第 2 章中结合实例详细论述。

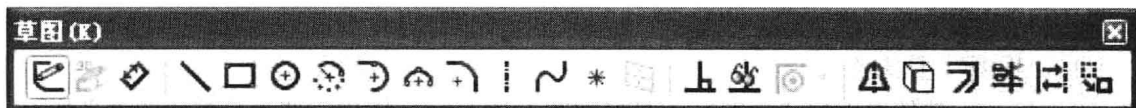


图 1-18 “草图”工具栏

4. “特征”工具栏

SolidWorks 软件提供的“特征”工具栏如图 1-19 所示，图中工具按钮的含义在第 3 章中结合实例详细论述。

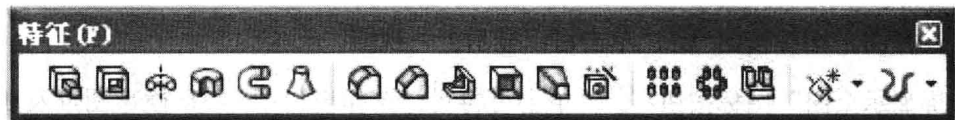


图 1-19 “特征”工具栏

1.2 操作环境设置

上一节介绍了一些常用的界面及工具命令，但对于 SolidWorks 这个功能十分强大的三维 CAD 软件来说，它所有的功能不可能一一罗列在界面上供用户调用。在特定情况下，需要通过调整操作设置来满足用户的设计需求。

1.2.1 工具栏的设置

工具栏里包含了所有菜单命令的快捷方式，通过使用工具栏，可以大大提高 SolidWorks 的设计效率。SolidWorks 的一大特色就是用户可以自己定义工具栏。用户可根据个人的习惯定义工具栏，合理利用工具栏设置，既可以使操作方便快捷，又不会使操作界面过于复杂。

1. 自定义工具栏

上面提到过，用户可根据文件类型来设置工具栏并设定其显示状态，即可选择想显示的工具栏并清除想隐藏的工具栏。此外，还可以设定哪些工具栏在没有文件打开时可以显示。SolidWorks 还会自动保存显示一些工具栏，以及根据每个文件类型确定在什么地方显示。例如，在零件文件打开状态下可选择只显示“标准”和“特征”工具栏，无论何时生成或者打开装配体文件，将只显示这两个工具栏。

自定义设置如下：选择菜单栏中的“工具”→“自定义”命令，或者在工具栏区域单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“自定义”命令，则弹出如图 1-20 所示的“自定义”对话框。

在“工具栏”选项卡中，选择想显示的每一个工具栏复选框的同时，即消除了隐藏工具栏的复选框。当鼠标指针指在工具栏按钮时，出现对此工具的说明。



图 1-20 “自定义”对话框

如果显示的工具栏位置不够理想，可以将鼠标指针指向工具栏上按钮空白的地方，然后拖动工具栏到想要的位置。如果将工具栏拖到 SolidWorks 窗口边缘，工具栏自动定位在该边缘。

2. 自定义工具栏中的命令

具体自定义设置如下：选择菜单栏中的“工具”→“自定义”命令，或者在工具栏区域单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“自定义”命令，打开如图 1-20 所示的“自定义”